

คุณภาพทางจุลชีววิทยาและเคมีของเนื้อหอยแมลงภู่งูที่จุ่มในน้ำมันหอมระเหยไธม์

Microbiological and chemical quality assessment of cooked green mussel (*Perna viridis*) dipped in thyme essential oil

สวามินี ชีระวุฒิ¹ และ ปฏียุทธ ขวัญอ่อน²

Savaminee Teerawut^{1*} and Patiyut Kwan-On²

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อหอยแมลงภู่งูที่จุ่มและไม่จุ่มในสารละลายน้ำมันหอมระเหยไธม์ก่อนนำไปเก็บรักษาในตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) นาน 18 วัน โดยแบ่งชุดการทดลองเป็น 4 ชุด ได้แก่ ไม่จุ่มสารละลาย (TC00), จุ่มสารละลายอัลจิเนต (TA00) และจุ่มสารละลายน้ำมันหอมระเหยไธม์ 0.1% (TM01) และ 0.5% (TM05) ในสารละลายอัลจิเนต ผลการศึกษาพบว่า การจุ่มเนื้อหอยในสารละลายน้ำมันหอมระเหยไธม์มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณ TVB-N และ TMA-N น้อยกว่าการจุ่มสารละลายอัลจิเนตและตัวอย่างควบคุม ($P<0.05$) โดยเนื้อหอยที่จุ่มในสารละลายน้ำมันหอมระเหยไธม์ในชุดการทดลอง TM05 มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่าตัวอย่างควบคุม 0.5-1.0 เท่า และมีปริมาณ TVB-N และ TMA-N น้อยที่สุด ($P<0.05$) รองลงมาได้แก่ TM01, TA00 และ TC00 ตามลำดับ โดยเนื้อหอยแมลงภู่งูทุกชุดการทดลองไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย, *E.coli*, *S. aureus*, *Salmonella* spp., *V. parahaemolyticus*, *V. cholera* และ *B. cereus* เนื้อหอยแมลงภู่งู TM05, TM01 และ TA00 เก็บรักษาได้ 14, 10 และ 6 วัน ตามลำดับ ส่วน TC00 เก็บรักษาได้ 4 วัน (อาหารทะเลปรุงสุกมีจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 6 log CFU/g.)

ABSTRACT: The present study evaluated the use of alginate-based dipping with or without addition of thyme essential oil, as an antimicrobial treatment for shelf-life extension of cooked green mussel stored under refrigeration (4°C) for a period of 18 days. Four different treatments were tested: TC00; control sample, TA00; alginate dipping and TM01, TM05, alginate-based incorporated with thyme essential oil 0.1 and 0.5% (TM05) (v/v) dipping, respectively. The TM05 samples were lower total variable counts than control sample 0.5-1.0 times and were the lowest TVB-N and TMA-N ($P<0.05$) follow by TM01, TA00 and TC00, respectively. However, all treatments were not found pathogenic microorganisms as coliform bacteria, *E.coli*, *S. aureus*, *Salmonella* spp., *V. parahaemolyticus*, *V. cholera* and *B. cereus*. The shelf-life of cooked green mussel TM05 TM01 and TA00 were 14, 10 and 6 days, respectively, while TC00 shelf-life showed 4 days. (Based primarily on total variable counts as a quantitative limit no more than 6.0 log CFU/g in cooked seafood).

Keyword: thyme essential oil, alginate-based dipping, green mussel, shelf life

¹ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University

² สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
Department of Argo-Industry Product Development, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-Ok.

* Corresponding author: sawamin@buu.ac.th.

บทนำ

หอยแมลงภู่ (*Perna viridis*) เป็นหนึ่งในสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยในช่วงปี 2556-2560 นั้นสร้างมูลค่าได้ไม่ต่ำกว่าปีละ 50 ล้านบาท (กลุ่มวิเคราะห์การค้าสินค้าประมงระหว่างประเทศ, 2560) ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการที่สำคัญคือ กรดอะมิโนที่จำเป็นกับร่างกาย กรดไขมันโอเมก้า 3 รวมถึงแร่ธาตุต่างๆ อย่างไรก็ตามหากปล่อยให้หอยแมลงภู่เกิดการเน่าเสียจากเอนไซม์ในตัวหอย รวมถึงเอนไซม์ที่จุลินทรีย์สร้างขึ้น อีกทั้งการเสื่อมสภาพของกรดไขมันจากปฏิกิริยาออกซิเดชันจะทำให้คุณค่าทางโภชนาการรวมถึงมูลค่าทางเศรษฐกิจลดลงด้วย ซึ่งงานวิจัยหลายชิ้นแสดงถึงประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยโรสที่มีสารประกอบฟีนอล เช่น thymol และ carvacrol ที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งยังช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ (เบญจา, 2554) จากคุณสมบัติดังกล่าวจึงมีการนำน้ำมันหอมระเหยโรสมาประยุกต์เพื่อชะลอการเสื่อมคุณภาพของสัตว์น้ำหลายๆ ชนิดได้ อาทิเช่น ปลาอินทรี (Abdollahzadeh et al., 2014) ปลากระพงแดง (Attouchi and Sadok, 2010) และ ปลาเรนโบว์เทราท์ (Erkan, 2012) อย่างไรก็ตามยังไม่มีมีการนำน้ำมันหอมระเหยโรสมาใช้ในการรักษาคุณภาพของเนื้อหอยแมลงภู่สุก ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้จึงศึกษาถึงประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยโรสในการชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลชีววิทยา และเคมีพร้อมทั้งช่วยยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อหอยแมลงภู่สุก

วิธีการศึกษา

1. การเตรียมสารละลายสำหรับจุ่มเนื้อหอย

สารละลายอัลจินต 0.002%(TA00) โดยละลายผงอัลจินต (Yantai Xinwang Seaweed Co., Ltd., Shandong, China) 0.02 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นอุ่น สารละลายน้ำมันหอมระเหยโรสเตรียมโดยนำน้ำมัน

(S. Science Ltd., Thailand) ผสมกับสารละลายอัลจินต 0.002% ด้วยเครื่องผสม homogenizer (Homogeniser PowerGen 125, Fisherbrand., UK) ที่ความเร็วรอบ 24,500 rpm เป็นเวลา 5 นาที จนได้สารละลายน้ำมันหอมระเหยโรส 0.10% (TM10) และ 0.05% (TM50) ในสารละลายอัลจินต 0.002% (v/v) (ดัดแปลงจาก Kusuma and Teerawut, 2014) และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.002% (w/v) ที่ทำให้เกิดเป็นเจลบางๆ ของสารละลายสำหรับจุ่มเตรียมโดยนำผงแคลเซียมคลอไรด์ (Quzhou Menjie Chemicals Co., Ltd., Shandong, China) 0.02 กรัม มาละลายในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิห้องจนได้สารละลายใสเป็นเนื้อเดียวกัน

2. การเตรียมตัวอย่าง

เนื้อหอยแมลงภู่ (*Perna viridis*) (ขนาด 25-28 ตัว/กิโลกรัม) ในเดือนมกราคม พ.ศ.2561 จากสะพานปลา ต.อ่างศิลา อ.เมือง จ.ชลบุรี โดยบรรจุในกล่องสไตรโฟม (น้ำแข็ง : หอย คือ 1 : 2 (w/w)) แล้วขนส่งมายังห้องปฏิบัติการภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ภายใน 20 นาที นำหอยมาล้างเปลือกด้วยน้ำประปาให้สะอาดก่อนต้มในน้ำร้อน 95 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (หอย: น้ำ คือ 2:3 (w/v)) นำหอยต้มวางบนตะแกรงที่สะอาดแล้วแกะเอาแต่เนื้อ (เนื้อหอยไม่ฉีกขาด) เนื้อหอยสุกที่ได้เก็บในถุงพลาสติกที่วางอยู่บนน้ำแข็งในกล่องสไตรโฟม (หอยต่อน้ำแข็ง คือ 1:2(w/w))

3. การจุ่มเนื้อหอยแมลงภู่สุกในสารละลายน้ำมันหอมระเหยโรส

นำเนื้อหอยจากข้อ 2 มาจุ่มในสารละลายน้ำมันหอมระเหยโรส 0.10%(TM10), 0.05% (TM50) และสารละลายอัลจินต 0.002%(TA00) จากข้อ 1 โดยเนื้อหอย 30 ตัว: สารละลาย 500 มิลลิลิตร นาน 30 วินาที พักให้สะเด็ดน้ำ 30 วินาที ก่อนนำไปจุ่มในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.002% นาน 30 วินาที พักให้สะเด็ดน้ำ 30 วินาที แล้วนำไปบรรจุในถุงพลาสติก (20 ตัว/ ถุง) ปิดผนึกถุงแล้วเก็บรักษาในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส โดยเนื้อหอยแมลงภู่สุกที่ไม่มีการจุ่มสารละลาย (TC00) เป็นตัวอย่างควบคุม นำ

ตัวอย่างเนื้อหอยแมลงภู่มารวบรวมวิเคราะห์คุณภาพต่างๆ ทุก 2 วัน เป็นเวลา 18 วัน โดยคุณภาพทางจุลชีววิทยาได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ตามวิธีของ AOAC (1995) โคลิฟอร์มแบคทีเรียและ *E.coli* ตามวิธีของ AOAC (1994), *S. aureus*, *Salmonella* spp., *V. parahaemolyticus*, *V. cholera* และ *B. cereus* ตามวิธีของ FDA (2001) และคุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณค่าที่ระเหยได้ทั้งหมด (TVB-N) ปริมาณไตรเมทิลเอมีน (TMA-N) ด้วยวิธี Conway microdiffusion ตามวิธีของ Hasegawa (1977) ทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ (อายุการเก็บรักษาของเนื้อหอยพิจารณาจากการตรวจพบจุลินทรีย์ทั้งหมดเกิน 6 log CFU/g ตามมาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2560)) โดยออกแบบการทดลองแบบ CRD รวมถึงวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เมื่อพบว่ามีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple's Range Test โดยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. ผลของการจุ่มสารละลายน้ำมันหอมระเหยโร้มต่อคุณภาพทางจุลชีววิทยาของเนื้อหอยแมลงภู่มัส

1.1 การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

เนื้อหอยแมลงภู่มัสที่เก็บรักษาในตู้เย็นเป็นระยะเวลานานขึ้น โปรตีนและสารอาหารต่างๆ มีการเสื่อมสภาพ จุลินทรีย์จึงสามารถใช้สารอาหารนั้นเพื่อการเจริญส่งผลให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาดังนั้นจำนวนจุลินทรีย์จึงสามารถเข้าบ่งบอกถึงการเน่าเสียของหอยได้ (สวามินี และคณะ, 2559) ผลการทดลองพบว่า 2 วันแรกของการเก็บรักษาของตัวอย่างในทุกชุดการทดลองมีจำนวนจุลินทรีย์น้อยโดยมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 3.39-3.92 log CFU/g. เกิดจากจุลินทรีย์อยู่ระหว่างการปรับตัวเข้าสู่สภาวะสิ่งแวดล้อมใหม่ทำให้การแบ่งตัวไม่คงที่ จำนวนจุลินทรีย์จึงมีการเพิ่มจำนวนขึ้นเล็กน้อย ส่วนวันที่ 2-18 ของการเก็บรักษาเนื้อหอยแมลงภู่มัสทุกชุดการทดลองมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น โดยวันสุดท้ายของ

การเก็บรักษา (วันที่ 18) ของเนื้อหอยแมลงภู่มัสจุ่มสารละลายน้ำมันหอมระเหยโร้ม TM05 และ TM01 มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 7.68 และ 8.49 log CFU/g. ตามลำดับ ขณะที่วันสุดท้ายของการเก็บรักษา (วันที่ 10) ของเนื้อหอยแมลงภู่มัสที่จุ่มในสารละลายอัลจินเตและตัวอย่างควบคุม มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 8.68 และ 9.33 log CFU/g. ตามลำดับ ($P < 0.05$, Figure. 1) เนื่องจากจุลินทรีย์แบ่งตัวอย่างรวดเร็วในอัตราคงที่ (log phase) จึงมีจำนวนจุลินทรีย์มากที่สุด (พิมพ์เพ็ญ, 2556) ซึ่งการเน่าเสียในหอยส่วนใหญ่เกิดจากจุลินทรีย์ในกลุ่ม Lactic acid bacteria, H_2S -producing bacteria, Enterobacter, Serratia และ Flavobacterium (Gram and Huss, 1996) ผลการทดลองครั้งนี้ให้ผลเช่นเดียวกับ Manousaridis et al. (2005) ที่พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ของหอย *Mytilus galloprovincialis* ที่แช่เย็น และ Mastromatteo et al. (2010) พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในกุ้ง *Palaemon serratus* ที่ตัวอย่างที่ไม่ได้เคลือบและที่มีการเคลือบด้วยน้ำมันหอมระเหยโร้มตามระยะเวลาการเก็บรักษาเช่นกัน ผลการทดลองในครั้งนี้ยังพบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาตัวอย่างที่จุ่มสารละลายน้ำมันหอมระเหยโร้ม (TM01 และ TM05) มีจำนวนจุลินทรีย์น้อยกว่าการไม่จุ่มและการจุ่มสารละลายอัลจินเตเพียงอย่างเดียว รวมทั้งเมื่อความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยโร้มมากขึ้นพบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อย โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อหอยแมลงภู่มัส TM05 มีจำนวนจุลินทรีย์น้อยที่สุด ($P < 0.05$) รองลงมาได้แก่ TM01, TA00 และ TC00 ตามลำดับ เพราะประสิทธิภาพของสารประกอบฟีนอล เช่น carvacrol และ thymol (เบญจา, 2554) ที่ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียได้โดยสารประกอบดังกล่าวละลายได้ในไขมันจึงแทรกเข้าไปในเยื่อหุ้มเซลล์ของแบคทีเรียทำให้เกิดเสียคุณสมบัติในการเป็นเยื่อเลือกผ่านอิเล็กทรอนิกส์รวมทั้งสารต่างๆ จากภายในกับภายนอกเซลล์ไม่สมดุลแบคทีเรียจึงตายลง (ณัฐชยา และคณะ, 2560) โดยความสามารถในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่มากขึ้นตามความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยโร้มนั้นเอง เช่นเดียวกับ El-Obeid et al. (2018) พบว่า ปลาไหลรมควันเคลือบน้ำมันหอมระ

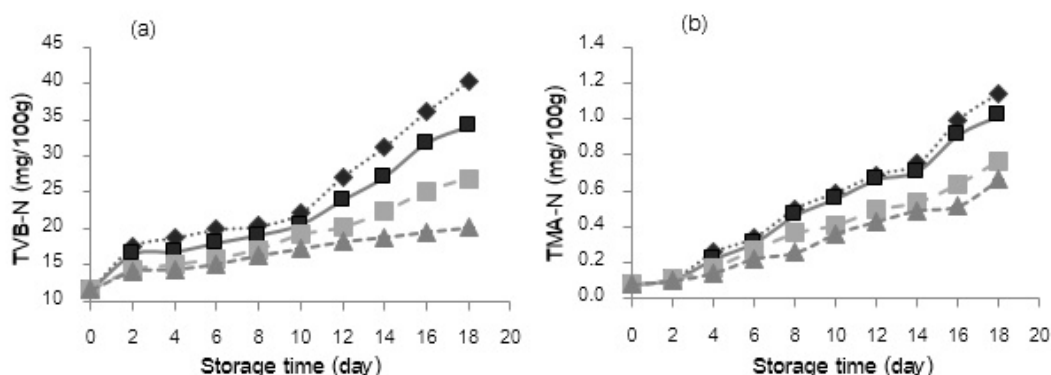


Figure 2 TVB-N (a) and TMA-N (b) of cooked green mussel coated with different thyme essential condition: no thyme essential oil present in coating solution (TA00; ◆), 0.1% thyme essential oil present in coating solution (TM01; ■), 0.5% thyme essential oil present in coating solution (TM05; ▲) and uncoated (TC00; ●).

Bars representing the standard deviation (n=3) are generally smaller than the symbols.

ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสารประกอบไนโตรเจนชนิดต่างๆ ในสัตว์น้ำไปเป็นสารประกอบในกลุ่ม TVB-N ได้แก่ แอมโมเนีย, ไตรเมทิลเอมีน (TMA-N), ไดเมทิลเอมีน (DMA), เมทิลเอมีน (methylamine) และสารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ เพิ่มขึ้น (Bono et al., 2012) ส่วนปริมาณ TMA-N ที่พบในสัตว์น้ำหลังตายนั้นเกิดจากการสลายตัวของสารประกอบที่ไม่ใช่โปรตีนในสัตว์น้ำ ได้แก่ TMAO ถูกเปลี่ยนเป็น TMA-N โดยเอนไซม์ trimethylamine oxidase ที่แบคทีเรียสร้างขึ้น (Krzymien & Elias, 1990) ผลการทดลองพบว่าวันที่ 0 ของการเก็บรักษาเนื้อหอยแมลงภู่สดมีปริมาณ TVB-N 11.58 – 11.63 mg/100g และ TMA-N 0.08 mg/100g แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้นปริมาณ TVB-N และ TMA-N ของเนื้อหอยแมลงภู่สดในทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($P < 0.05$, Figure. 2 (a, b)) โดยวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (วันที่ 18) ของเนื้อหอยแมลงภู่สดที่จุ่มสารละลายน้ำมันหอมระเหยโรสมี TM05 และ TM01 มีปริมาณ TVB-N 20.17 และ 26.87 mg/100g และปริมาณ TMA-N 0.66 และ 0.77 mg/100g ตามลำดับ ขณะที่เนื้อหอยแมลงภู่สดที่จุ่มในสารละลายอัลจินต์และตัวอย่างควบคุมมีปริมาณ TVB-N 34.06 และ 44.17 mg/100g ปริมาณ TMA-N 1.01 และ 1.14 mg/100g ตามลำดับ

ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อหอยแมลงภู่สดที่จุ่มสารละลายน้ำมันหอมระเหยโรสที่มีความเข้มข้นสูงที่สุด TM05 มีปริมาณ TVB-N และ TMA-N ต่ำที่สุด ($P < 0.05$) รองลงมาได้แก่ TM01, TA00 และตัวอย่างที่ไม่มีการจุ่มสารละลายใดๆ ที่มีปริมาณ TVB-N และ TMA-N มากที่สุด ($P < 0.05$) เนื่องจากความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่

มากขึ้นทำให้การเสื่อมสภาพของโปรตีนเกิดช้าลงโดยสารประกอบ carvacrol และ thymol ที่มีในน้ำมันหอมระเหยโรสเป็น antibacterial (Mastromatteo et al., 2010) จึงไปลดการเจริญของจุลินทรีย์ซึ่งเป็นสาเหตุของการเน่าเสียในเนื้อหอย นอกจากนี้สารประกอบฟีนอลดังกล่าวยังเป็น antioxidant (Makri, 2013) ที่ช่วยชะลอปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีในเนื้อหอย โดยเมื่อปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดมากขึ้นทำให้เกิดสารประกอบคีโตนและอัลดีไฮด์มากขึ้นซึ่งสารดังกล่าวกระตุ้นให้เกิดการสูญเสียสภาพของโปรตีนจึงยังเกิดการเน่าเสียเร็วขึ้น สอดคล้องกับ El-Obeid et al. (2018) พบว่า การเสื่อมคุณภาพของปลาไหลรมควันทั้งที่เคลือบและไม่เคลือบด้วยน้ำมันหอมระเหยโรสที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาสั้นขึ้นมีปริมาณ TVB-N เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา Kusuma and Teerawut (2014) ที่

พบว่า การเคลือบเนื้อกุ้งขาว (*L. vannamei*) สุกด้วยสารละลายน้ำมันหอมระเหยออริกาน และ Erkan (2012) พบว่าการเคลือบปลาเรนโบว์เทราท์ (*Oncorhynchus mykiss*) ด้วยน้ำมันหอมระเหยโรสแมรี่และกระเทียมช่วยชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณ TVB-N และ TMA-N ได้ โดยทั่วไปแล้วสัตว์น้ำที่มีคุณภาพดีปริมาณ TVB-N ไม่ควรเกิน 20 mg/100g (Okpala et al., 2014) ดังนั้นหากพิจารณาจากผลการทดลองในครั้งนี้ทำให้พบว่า เนื้อหอยแมลงภู่มุก TM05 เก็บรักษาได้ 16 วัน ส่วน TM01 และ TA00 เก็บรักษาได้ 10 และ 8 วัน ตามลำดับ ขณะที่ TC00 เก็บรักษาได้ 6 วัน

สรุป

การนำเนื้อหอยแมลงภู่มุกมาจุ่มในสารละลายน้ำมันหอมระเหยโรสแมรี่ช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลชีววิทยา และเคมี ทั้งยังยืดอายุการเก็บรักษาหอยแมลงภู่มุกได้ โดยเมื่อคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภคจึงใช้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในการกำหนดอายุการเก็บรักษา โดยเนื้อหอยแมลงภู่มุกที่จุ่มสารละลายน้ำมันหอมระเหยโรสแมรี่ 0.05% สามารถเก็บรักษาได้ 14 วัน รองลงมาได้แก่น้ำมันหอมระเหยโรสแมรี่ 0.01% และสารละลายอัลจินต 0.002% เก็บรักษาได้ 10 และ 6 วัน ตามลำดับ ตัวอย่างที่ไม่มีการจุ่มมีอายุการเก็บรักษา 4 วัน อย่างไรก็ตามควรศึกษาถึงระดับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยโรสแมรี่ที่เหมาะสมในการชะลอการเน่าเสียโดยไม่ส่งผลกระทบต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2561 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 13/2561

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2560. เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3. กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพฯ.
- กลุ่มวิเคราะห์การค้าสินค้าประมงระหว่างประเทศ 2560. ปริมาณและมูลค่าการส่งออกสินค้าประมงทั้งหมดของไทยไปประเทศต่างๆ ปี 2556-2560. กองประมงต่างประเทศ, กรมประมง, กรุงเทพฯ.
- กองควบคุมอาหาร. 2552. มาตรฐานจุลชีววิทยาในอาหารที่ตรวจพบ. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ.
- ณัฐชยา บุญมา, สวามิณี ธีระวุฒิ และปริญญ์ ขวัญอ่อน. 2560. คุณภาพทางจุลชีววิทยาและเคมีของหอยแมลงภู่มุก (*Perna viridis*) สุกเคลือบน้ำมันหอมระเหยโรสแมรี่ภายใต้การบรรจุแบบปรับสภาพบรรยากาศ. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 22(พิเศษ): 23-32.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2556. ระเบียบแบ่งเซลล์ของจุลินทรีย์ในการแปรรูปอาหารอาหาร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ หน้า 115 – 119.
- เบญจมา ชูตินทราศรี. 2554. เทคโนโลยีกลิ่นรสอาหาร. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.
- สวามิณี ธีระวุฒิ ปริญญ์ ขวัญอ่อน และรัชดาภรณ์ อาจพงษ์. 2559. ชาเขียวและวิตามินซีกับการชะลอการเสื่อมคุณภาพของเนื้อหอยแมลงภู่มุก : คุณภาพทางเคมีและจุลชีววิทยา. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 21(2): 1-16.
- Abdollahzadeh, E., M. Rezaei, and Hosseini, H. 2014. Antibacterial activity of plant essential oils and extracts: The role of thyme essential oil, nisin, and their combination to control *Listeria monocytogenes* inoculated in minced fish meat. Food Control. 35: 177-183.

- AOAC. 1995. Official methods of analysis (16th ed.). Association of official analytical chemist: Arlington Virginia.
- AOAC. 1994. Official method 991.14. Coliform and *Escherichia coli* count in foods. J. AOAC., 74: 635.
- Attouchi, M., and S. Sadok. 2010. The effect of powdered thyme sprinkling on quality changes of wild and farmed gilthead sea bream fillets stored in ice. Food Chem. 119: 1527-1534.
- Bono, G., C. V. Badaluco, S. Cusumano, and G. B. Palmegiano. 2012. Toward shrimp without chemical additives: A combined freezing – MAP approach. LWT – Food Science and Tech. 46: 274-279.
- Daelman, M., H. Henrik, and R. Alan. 2013. Prevention and control of hazards in seafood. Food Control, 11: 149 - 156.
- Erkan, N. 2012. The effect of thyme and garlic oil on the preservation of vacuum packaged hot smoked rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Food Bioprocess Technol. 5: 1246-1254.
- El-Obeid, T., H. Yehia, H. Sakkas, L. Lambrianidi, M.I. Tsiraki, N. Ioannis, and I.N. Savvaidis. 2018. Shelf-life of smoked eel fillets treated with chitosan or thyme oil. Int. J. Bio. Macro. 114: 578–583.
- FDA. 2001. Bacteriological Analytical Manual (BAM). <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalanalyticalmanualBAM/default>. Accessed 2 Dec. 2017.
- Ferreira, S., M. Landeiro, A. Rogeria, and N. Ana. 2007. Hazards and critical control points in Brazilian seafood dish preparation. Food Control. 18: 513-520.
- Gay'an, E., D. Garcia, and I. Alvarez. 2014. Resistance of *Staphylococcus aureus* to UV-C light and combined UV-heat treatments at mild temperatures. J. Food Micro. 1(27): 30- 39.
- Gram, L., and H. Huss. 1996. Microbiological spoilage of fish and fish products. Int. J. Food Micro. 33: 121–137.
- Hasegawa, H. (1987). Laboratory manual on analytical stored at different temperatures. J. methods and procedures for fish and fish Food Sci. 55: 1201-1205,1242; 1990. Marine fisheries research department, Southeast Asian Fisheries Development Center, Singapore.
- Krzymien, M.E., and L. Elias. 1990. Feasibility study on the determination of fish freshness by trimethylamine headspace analysis. J.Food Sci. 55(5): 1228–1232.
- Kusuma, B., and S. Teerawut. 2014. Shelf-life extension of pre-cooked shrimp (*Litopenaeus vannamei*) by oregano essential oil during refrigerated storage: chemical and sensorial attributes. Burapha Sci. J. 19(SUPPPL): 71-77.
- Makri, M. 2013. Effect of oregano and rosemary essential oils on lipid oxidation of stored frozen minced gilthead sea bream muscle. J. Verbr. Lebensm. 8(1-2): 67-70.
- Manousaridis, G., A. Nerantzaki, E.K. Paleologos, A. Tsiotsias, I.N. Savvaidis, and M.G. Kontominas. 2005. Effect of ozone on microbial, chemical and sensory attributes of shucked mussels. Food Micro. 22(1): 1–9.
- Mastromatteo, M., A. Danza, A. Conte, G. Muratore, and M.A.D. Nobile. 2010. Shelf life of ready to use peeled shrimps as affected by thymol essential oil and modified atmosphere packaging. Int. J. Food Micro. 144: 250-256.

- Matano, A., A. Dikici, A. Arslan, P. Yalcin, I. Aydin, and M. Calicioglu. 2012. Effect heat and tween 20 on antibacterial of meat. J. Food Control. 30:365-369.
- Teerawut, S. and R. Arjpong. 2017. Microbiological and physical assessment of green mussel (*Perna viridis*) coated with green tea and ascorbic acid stored under modified atmosphere packaging. Thammasat Inter. J. Sci and Tech. 22(2): 1-9.
- Xie, J., Y. F. Qian, S. P. Yang, and W.H. Wu. 2012. Study of the quality changes and myofibrillar proteins of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) under modified atmosphere packaging with varying CO₂ levels. J. Eur. Food Res. Tech. 296: 629-855.